

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-010657

(43)Date of publication of application : 14.01.1997

(51)Int.Cl.

B05C 11/08  
H01L 21/027  
H01L 21/31  
H01L 21/312

(21)Application number : 07-167214

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO  
LTD

(22)Date of filing : 03.07.1995

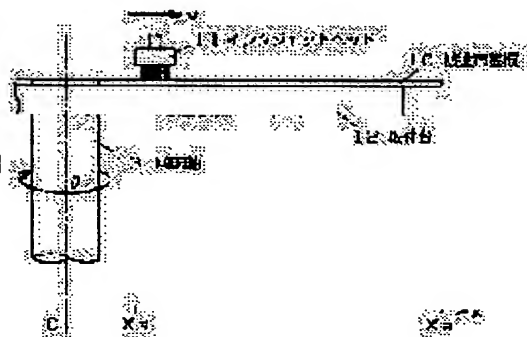
(72)Inventor : MIURA MASAYOSHI  
OGURA HIROSHI  
NAKA HIROYUKI

## (54) THIN FILM FORMING DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve efficiency in utilizing a coating soln. by relatively rotating a substrate to be coated and an ink-jet head while controlling the angular speed and traveling velocity, relatively moving the substrate and head between a region on the rotating shaft side and a region on the side remote from the region and forming a coating film.

**SOLUTION:** A substrate 10 to be coated is rotated at an angular speed of  $\theta$ , an ink-jet head 11 is relatively moved at a velocity of V in the radial direction of the substrate 10, and a coating soln. is discharged from a nozzle to coat the substrate. Accordingly, the specified number of coating lines, e.g. 48, are formed at a specified distance, e.g. 100 $\mu$ m, from one another by the head 11 after one full rotation of the substrate 10. As a result, the stripes of prescribed width, e.g. 4.8mm is drawn. The lines are connected by appropriately selecting the line width, and a thin film having a specified thickness is formed. The head 11 is composed by arranging many micronozzles, e.g. 48, in the radial direction of the substrate 10 with the spacings of about 10units/mm.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.01.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3232961

[Date of registration] 21.09.2001

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-10657

(43)公開日 平成9年(1997)1月14日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 0 5 C	11/08		B 0 5 C	11/08
H 0 1 L	21/027		H 0 1 L	21/31
	21/31			21/312
	21/312			21/30
				A
				D
				5 6 4 C

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 10 頁)

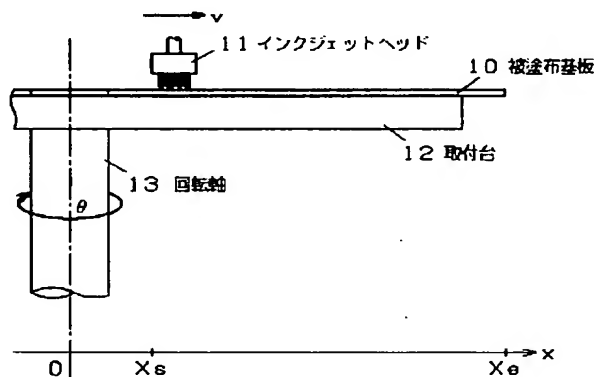
(21)出願番号	特願平7-167214	(71)出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22)出願日	平成7年(1995)7月3日	(72)発明者	三浦 眞芳 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内
		(72)発明者	小倉 洋 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内
		(72)発明者	中 裕之 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(74)代理人	弁理士 滝本 智之 (外1名)

## (54)【発明の名称】 薄膜形成装置

## (57)【要約】

【目的】 薄膜の形成に使用されるスピンコートに関し、塗布液の使用効率の悪さと薄膜の膜厚の不均一さをなくし、塗布液の無駄がなく、所定の膜厚の薄膜を自由に作成できる優れた性能の薄膜形成装置を提供することを目的とする。

【構成】 微細ノズルを複数個有するインクジェットヘッド11と、インクジェット11から吐出された液体が付着される被塗布基板10を所定の回転軸13の回りに回転させる回転手段と、インクジェットヘッド11と被塗布基板10とを回転軸の近傍領域と回転軸から離間した離間領域との間で相対移動させる相対移動手段と、インクジェットヘッド11と被塗布基板10との相対位置が近傍領域から離間領域に向かって相対移動するに対応して相対移動手段による相対移動の速度が小さくなるように相対移動手段を制御する相対移動制御手段とを有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 液体を吐出する微細ノズルを複数個有するインクジェットヘッドと、前記インクジェットから吐出された液体が付着される被塗布基板を所定の回転軸の回りに回転させる回転手段と、前記インクジェットヘッドと前記被塗布基板とを前記被塗布基板に対する前記回転軸の近傍領域と前記回転軸から離間した離間領域との間で相対移動させる相対移動手段と、前記インクジェットヘッドと前記被塗布基板との相対位置が前記近傍領域から前記離間領域に向かって相対移動するに対応して前記相対移動手段による相対移動の速度が小さくなるように前記相対移動手段を制御する相対移動制御手段とを有する薄膜形成装置。

【請求項2】 液体を吐出する微細ノズルを複数個有するインクジェットヘッドと、前記インクジェットから吐出された液体が付着される被塗布基板を所定の回転軸の回りに回転させる回転手段と、前記インクジェットヘッドと前記被塗布基板とを前記被塗布基板に対する前記回転軸の近傍領域と前記回転軸から離間した離間領域との間で相対移動させる相対移動手段と、前記インクジェットヘッドと前記被塗布基板との相対位置が前記近傍領域から前記離間領域に向かって相対移動するに対応して前記回転手段による回転の角速度が小さくなるように前記相対移動手段を制御する相対移動制御手段とを有する薄膜形成装置。

【請求項3】 液体を吐出する微細ノズルを複数個有するインクジェットヘッドと、前記インクジェットから吐出された液体が付着される被塗布基板を所定の回転軸の回りに回転させる回転手段と、前記インクジェットヘッドと前記被塗布基板とを前記被塗布基板に対する前記回転軸の近傍領域と前記回転軸から離間した離間領域との間で相対移動させる相対移動手段と、前記インクジェットヘッドと前記被塗布基板との相対位置が前記近傍領域から前記離間領域に向かって相対移動するに対応して前記相対移動手段による相対移動の速度が小さくなり、かつ前記インクジェットヘッドと前記被塗布基板との相対位置が前記近傍領域から前記離間領域に向かって相対移動するに対応して前記回転手段による回転の角速度が小さくなるように前記相対移動手段を制御する相対移動制御手段とを有する薄膜形成装置。

【請求項4】 相対移動制御手段が、インクジェットヘッドと被塗布基板との相対位置が近傍領域から離間領域に向かって相対移動する移動距離に反比例して相対移動の速度を減速する請求項1または3記載の薄膜形成装置。

【請求項5】 相対移動制御手段が、インクジェットヘッドと被塗布基板との相対位置が近傍領域から離間領域に向かって相対移動する移動距離に反比例して回転の角速度を減速する請求項2または3記載の薄膜形成装置。

【請求項6】 さらに、インクジェットヘッドに隣接し

て、空気流を被塗布基板に向かって流出させる空気流出ヘッドが設けられ、液体が前記被塗布基板へ吐出された直後に、空気流を前記被塗布基板へ流出する請求項1から5のいずれかに記載の薄膜形成装置。

【請求項7】 さらに、インクジェットヘッドから吐出される液体を帯電させる帯電手段を有する請求項1から6のいずれかに記載の薄膜形成装置。

【請求項8】 インクジェットヘッドが、液体吐出口と対向して空気吐出口を設け、前記空気吐出口より空気流を流出させ、前記液体吐出口内の液体圧力と、前記空気流によって生じる液体吐出口近傍の空気圧力とのバランス状態を変化させることによって液体を吐出する請求項1から7のいずれかに記載の薄膜形成装置。

【請求項9】 さらに、空気吐出口の周囲に設けられた電極部材と、前記電極部材と液体吐出口内の液体との間に電位差を印加する電位差印加手段とを有し、インクジェットヘッドから吐出された液体が帯電される請求項8記載の薄膜形成装置。

【請求項10】 インクジェットヘッドから吐出する液体が、UV硬化樹脂溶液である請求項1から9のいずれかに記載の薄膜形成装置。

【請求項11】 被塗布基板がポリカーボネート製である請求項1から10のいずれかに記載の薄膜形成装置。

【請求項12】 相対移動制御手段が、制御プログラムが組み込まれたパソコンである請求項1から11のいずれかに記載の薄膜形成装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、薄膜形成装置に関し、特に、液状物質を微小ノズルより吐出して基板に付着させ、付着した液状物質を乾燥、硬化させて薄膜（広義には100 $\mu$ m以下で一般には10 $\mu$ m以下の膜厚を有する。）を形成する装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、薄膜形成技術は、種々の分野で応用されてきており、その具体的形成方式についてもスパッタや蒸着のような真空装置が必要なものの他に、スピン塗布、印刷、ダイコート等種々検討されている。

【0003】この中で、特にスピン塗布方式については、半導体プロセスでのレジスト塗布や保護膜形成等によく使用されている。

【0004】以下、従来のスピン塗布装置（以下、スピンコータと記す。）について説明をする。

【0005】図10は、従来の一般的なスピンコータの構成及び動作状態を示す。図10において、101はスピンコータ本体の回転軸、102は試料固定基板、103は塗布用の液体を吐出するノズル、104は薄膜形成用の基板、105、106は液体、107は薄膜、108は飛散滴である。

【0006】このような構成において、まず図10

(a) で示されるように、ノズル 103 から基板 104 に向かって、液体 105 を吐出し、基板状にのせた状態にする。

【0007】次に、図 10 (b) に示されるように、スピコートロータを低速  $\omega_1$  で回転させて液体 106 を基板 104 に馴染ませる。

【0008】そして、図 10 (c) に示されるように、さらに高速  $\omega_2$  で回転させて基板 104 上に薄膜 107 を形成させる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の従来の構成では、図 10 (c) に示されているように、飛散して無駄になる飛散滴 108 が生じてしまい、液体の 80~90% が捨てられることになる。

【0010】これは、液体 105 を多量に吐出させないと、基板 104 とのなじみの悪い部分に塗り残し部分が生じるからである。

【0011】このように、従来のスピコートでは液体の使用効率が悪く、大部分の塗布液を無駄にするという課題を有していた。

【0012】また、スピコートで膜を形成する場合には液が内側から外周方向に流動するため、どうしても外周部分の膜厚が厚くなり、ディスク自体の反りの原因ともなってしまう。

【0013】本発明は、上記従来技術の課題を解決するもので、新規な液体吐出ヘッドを導入して、塗布液の利用効率の高い薄膜形成装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の薄膜形成装置は、液体を吐出する微細ノズルを複数個有するインクジェットヘッドと、前記インクジェットヘッドから吐出された液体が付着される被塗布基板を所定の回転軸の回りに回転させる回転手段と、前記インクジェットヘッドと前記被塗布基板とを前記被塗布基板に対する前記回転軸の近傍領域と前記回転軸から離れた離間領域との間で相対移動させる相対移動手段と、前記インクジェットヘッドと前記被塗布基板との相対位置が前記近傍領域から前記離間領域に向かって相対移動するに対応して前記相対移動手段による相対移動の速度が小さくなるように前記相対移動手段を制御する相対移動制御手段とを有した主構成を有する。

【0015】または、この相対移動制御手段は、インクジェットヘッドと被塗布基板との相対位置が前記近傍領域から前記離間領域に向かって相対移動するに対応して前記回転手段による回転の角速度が小さくなるように前記相対移動手段を制御するものであってもよいし、前記インクジェットヘッドと前記被塗布基板との相対位置が前記近傍領域から前記離間領域に向かって相対移動するに対応して前記相対移動手段による相対移動の速度が小

さくなり、かつ前記インクジェットヘッドと前記被塗布基板との相対位置が前記近傍領域から前記離間領域に向かって相対移動するに対応して前記回転手段による回転の角速度が小さくなるように前記相対移動手段を制御するものであってもよい。

【0016】そして、これらの場合、インクジェットヘッドと被塗布基板との相対位置が近傍領域から離間領域に向かって相対移動する移動距離に反比例して相対移動の速度を減速するか、回転の角速度を減速することが好適である。

【0017】さらに、インクジェットヘッドに隣接して、空気流を被塗布基板に向かって流出させる空気流出ヘッドが設けられ、液体が前記被塗布基板へ吐出された直後に、空気流を前記被塗布基板へ流出する構成を有していてもよい。

【0018】さらに、インクジェットヘッドから吐出される液体を帯電させる帯電手段を有していてもよい。

【0019】また、インクジェットヘッドは、液体吐出口と対向して空気吐出口を設け、前記空気吐出口より空気流を流出させ、前記液体吐出口内の液体圧力と、前記空気流によって生じる液体吐出口近傍の空気圧力とのバランス状態を変化させることによって液体を吐出する構成であることが好ましく、この場合、さらに、空気吐出口の周囲に設けられた電極部材と、前記電極部材と液体吐出口内の液体との間に電位差を印加する電位差印加手段とを有し、インクジェットヘッドから吐出された液体が帯電されるものであってもよい。

【0020】そして、インクジェットヘッドから吐出する液体には、UV硬化樹脂溶液が使用可能で、被塗布基板はポリカーボネート製のものが使用可能であり、相対移動制御手段として、制御プログラムが組み込まれたパソコンが使用可能である。

【0021】

【作用】本発明においては、角速度や移動速度を制御しながら、被塗布基板とインクジェットヘッドとを相対的に回転しつつ回転軸側の領域とそれから遠くなる側の領域との間で相対移動し、インクジェットヘッドの複数の微小ノズルから、被塗布基板へ液体を吐出し、均一性の良い状態の塗布膜を被塗布基板上に形成する。

【0022】さらに、空気流出ヘッドを設けた場合には、液体が被塗布基板へ吐出された直後に、空気流が被塗布基板へ流出する。

【0023】さらに、インクジェットヘッドから吐出される液体を帯電させる帯電手段を設けた場合には、先に被塗布基板に付着した液滴の付着部分と、次に被塗布基板に到着する液滴とが互いに反発し合い、結果として被塗布基板上に付着された液体がより広がる方向に移動する。

【0024】

【実施例】以下、本発明の各実施例について、図面を参

照しながら詳細に説明をする。

【0025】（実施例1）図1は、本発明の第1の実施例におけるスピコート法の概略構成図である。

【0026】図1において、10は円板状の被塗布基板であり、11はインクジェットヘッド、12は取付台、13は回転軸である。

【0027】ここで、インクジェットヘッドとは、微細ノズル（通常0.1mm以下のノズル径である。）から液体を吐出させ、電気信号によって液体の吐出状態を制御して被記録体に液体を付着させるものを意味する。

【0028】本実施例におけるインクジェットヘッドは、複数のこのような微細ノズルを有しており、具体的には、48個のノズルが、10本/mmの間隔で被塗布基板10の半径方向に配列されている。

【0029】従来、スピコート法に使用されている吐出ノズルは0.5～1mmの内径のものが使用されており、微少な吐出量の制御が難しいが、本実施例のように上記のように定義されたインクジェットヘッドを使用することによって、以下説明をするように、微細なパターンが描けるようになると共に、均一で非常に薄い膜を形成できるようにする。

【0030】本実施例においては、まず、図1に示されるように、被塗布基板10を角速度 $\theta$ で回転させながら、インクジェットヘッド11を被塗布基板の半径方向に速度 $v$ で相対移動させ、ノズルより塗布液を吐出させて、塗布液を、被塗布基板10上に付着させる。

【0031】すると、被塗布基板10が1回転すると、インクジェットヘッド11によって、48本の塗布されたラインが100 $\mu$ m間隔で生じ、結果として、幅4.8mmの縞が描かれることになる。

【0032】さらに、この場合、各ラインの幅の選択が適切であれば、隣接するライン同士がつながって、所定の厚みの薄膜が形成されることになる。

【0033】よって、このような適切な条件を見だし、かつ被塗布基板10が1回転する間のインクジェットヘッド11の相対移動速度 $v$ による移動量を4.8mmに設定すれば、いわゆる渦巻状の一筆書きで薄膜を形成できる。

【0034】さらに、このような一筆書きではなく、何回か重ね書きにしても薄膜を形成することができる。

【0035】すなわち、インクジェットヘッド11の相対移動速度 $v$ と被塗布基板10の角速度 $\theta$ との設定により、インクジェットヘッド11を所定量、例えば4.8mm相対移動させる間に、被塗布基板10を何回転かさせて、重ね書きしても薄膜の形成が可能であり、このようにすれば、10本/mmより細かく密なラインが描かれることとなり、より薄い薄膜を確実に形成するのに適している。

【0036】より具体的には、図1において、被塗布基板10の回転の中心を原点Oとして、半径方向の距離を

$x$ とすると、被塗布基板10は、角速度 $\theta$ で回転し、インクジェットヘッド11は被塗布基板の半径方向（ $x$ 方向）に速度 $v$ で移動しながら、位置 $x_s$ で吐出を開始し、被塗布基板10の外周位置 $x_e$ で吐出を停止して薄膜形成を完了する。

【0037】ここで、被塗布基板10の全域にわたって厚みの等しい薄膜を形成するためには、インクジェットヘッドからの吐出量が、一定値 $Q$ である場合においては、以下の（数1）を満足する必要がある。

【0038】

【数1】

$$v = k_1 / x$$

（但し、 $k_1$ は定数）

【0039】また、被塗布基板10の全域にわたって同一の解像力でラインが描かれるためには、以下の（数2）を満足する必要がある。

【0040】

【数2】

$$\theta = k_2 / x$$

（但し、 $k_2$ は定数）

【0041】すなわち、円板状の基板では、中心より外方において塗布面積が増大するので、 $v$ は中心より外方に行くにしたがって減速される必要があり、また、回転数が一定であると、周速は中心より外方で高速になるので、インクジェットヘッドの記録位置における周速が一定であるためには、回転数も $x$ が大きくなるにしたがって減速される必要がある。

【0042】例えば、 $v$ 、 $\theta$ が一定値の状態であると、中央部分で周速が遅いため、塗布ラインの密度は同じでも、中央部分のラインが太くなり、中央部分で厚く、外周部分で薄い膜が生じることになり、場合によっては、外周部分のラインが重ならずラインのまま残存することもある。

【0043】また、（数1）が満足された状態で、 $\theta$ が一定値であった場合には、塗布量は被塗布基板の全域で一定となるが、中央部分は周速が遅く太くて密度の低いラインによって塗布がなされ、外周部では細くて高密度なラインによって塗布がなされるため、外周部は塗布ラインがよく重なり、均一な膜が形成されるが、中央部ではラインの重なりが悪く、塗りむらが生じることがある。

【0044】これらの例のように、被塗布基板全域に均一で厚みの一定した薄膜を形成するためには、（数1）及び（数2）の少なくとも一方が満足され、より好適にはこれらの双方が満足されることが望ましい。

【0045】次に、図2は、本実施例におけるインクジェットの代表的な構成を示す模式図である。

【0046】図2において、11はインクジェットヘッド、21は空気供給源、22は液溜、23は圧力調整機

10

20

30

40

50

構、24は液体流入口、25は空気流入口、26は空気吐出口、27は液体吐出口である。

【0047】ここで、液体吐出口27と空気吐出口26は、インクジェットヘッド11上に同心円状に設けられている。

【0048】そして、インクジェットヘッド11に対して、空気供給源21からは、圧力調整機構23を介して、空気流入口25より空気流が流入しており、空気吐出口26より一定の流速の空気流が流出している。

【0049】一方、液溜22からは、塗布液が、液体流入口24を介して供給されている。また、空気供給源21は、液溜22にも接続されており、インクジェットヘッド11内の液体に対して圧力が印加され、空気流によって生じる液体吐出口27近傍における空気圧力とバランスされ、塗布液が、液体吐出口27において保持されている。

【0050】次に、図3は、図2のノズル部分の拡大図である。図3(a)が示すように、空気吐出口26と液体吐出口27とは、同心円上に配置されており、空気吐出口26からは一定流速の空気流が流出しており、その空気流の流出に伴い、液体吐出口27の出口には、この空気流により発生する圧力 $P_a$ が生じている。

【0051】一方、液溜22には、空気圧力が印加されているので、液体吐出口27内の液体には圧力 $P_i$ が生じる。そして、 $P_a$ と $P_i$ がほぼ等しくバランスがとれていることにより、塗布液が、液体吐出口27に保持されることになる。

【0052】一方、図3(b)に示されるように、圧力調整機構23によって、インクジェットヘッド20に送られる空気流が減少すれば、液体吐出口27の出口に生じる圧力が、 $P_a$ より小さい $P_b$ となり、圧力差( $P_i - P_b$ )によって、塗布液が吐出することになる。

【0053】次に、図4は、圧力調整機構23の代表的構成例を示す。図4において、空気供給源からの空気流は、電磁弁41の入口Aに流入し、電磁弁41によって、流出口BあるいはCを経由して流出する。

【0054】ここで、電磁弁41は、電気信号によって、流出口をBあるいはCに切り替えるものである。

【0055】流入口Aが流出口Cと連通している場合は、図3(a)の状態、液溜の圧力 $P_i$ と空気流による圧力 $P_a$ がほぼ等しくなるようになっている。

【0056】そして、電磁弁41に吐出信号が入力されると、流路がCからBに切り替えられる。

【0057】図4に示すように、流出口Bには、流路抵抗体52が接続されており、これを通過することによって圧力損失が生じ、インクジェットヘッドでの空気流による圧力が、 $P_a$ から $P_b$ に低下し、図3(b)の状態となって塗布液が吐出されることになる。

【0058】さて、以上のような構成のインクジェットヘッドを用いて、実際に被塗布基板上に塗布液を吐出し

塗布した具体例について説明をする。

【0059】本実施例では、被塗布基板は、ポリカーボネイト製の相変化型光ディスクを用い、塗布液は、金属蒸着面の保護膜とすべく、UV硬化液を用いた。

【0060】また、ディスク直径は130mmとし、UV硬化液の塗布範囲は半径約20mm以上の部分とした。

【0061】すなわち、図1においては、 $x_s = 20$ mm、 $x_e = 65$ mmとなる。また、UV硬化液は、紫外線を照射することによって硬化して固体化する樹脂溶液であり、具体的には、アクリル酸エステル組成物を用い、その物性値は粘度23cp、比重1.07、表面張力29dyne/cm、硬化収縮率9.8%であった。

【0062】このような条件下では、5μmの膜厚の保護膜を形成するのに、必要な液量は約70mgと見積られた。

【0063】よって、インクジェットヘッドの液体吐出量は、約300mg/分であるので、約20秒間で塗布が完了するようにすれば、7μm程度の保護膜が形成されることになる。

【0064】この場合、(数1)は以下の(数3)のように表わされる。

【0065】

【数3】

$$v = 95.6 / x$$

(但し、 $v$ : mm/s、 $x$ : mm)

【0066】一方、(数2)については、塗布時にラインの太さと重ね塗り回数(またはライン密度)に関係したものであるので、 $k_2 = 32000$ 、 $36000$ 及び $40000$ ( $\theta$ : rpm、 $x$ : mm)の3つの場合についての検討を行った。

【0067】具体的には、パソコンを用いて、ソフトにより $x$ 軸方向の速度 $v$ 及び角速度 $\theta$ が、各々(数2)及び(数3)を満たすように制御した。

【0068】具体的には、(数3)に従って、 $v$ を制御するためには、 $v$ を時間の関数で表すと便利である。

【0069】つまり、 $v = dx/dt$ であるので(数3)は以下の(数4)の関係式に変換される。

【0070】

【数4】

$$x \cdot dx/dt = 95.6$$

【0071】そして、(数4)で示される微分方程式を解き、 $t = 0$ で $x = 20$ mmの条件を入れると、 $x$ は以下の(数5)で表わされるから、 $v$ は以下の(数6)で表わされることになる。

【0072】

【数5】

$$x = (191.2t + 400)^{1/2}$$

【0073】

【数6】

$$v = 95.6 (191.2t + 400)^{-1/2}$$

【0074】したがって、(数6)を満たすようにパソコンにより $v$ を制御して実際の塗布を行うことになる。

【0075】図5は、本実施例におけるパソコンを使用した塗布装置の構成図である。図5において、図1と同様な構成には同じ符号を付し、さらに51はモータ、52はモータドライバ、53はパソコン、54は移動台である。

【0076】ここで、被塗布基板10は、モータ50によって駆動されて回転され、インクジェットヘッド11と被塗布基板10の相対移動は、モータ51によってなされる。

【0077】また、モータ50、51の制御は、モータドライバ52によってなされるが、モータドライバ52は、パソコン53に接続されており、パソコンにインストールしたソフトウェアにより駆動が制御される。

【0078】そして、図6に $v$ 、 $\theta$ 及び吐出信号を制御した例を示す。図6において、横軸は光ディスクの半径方向の中心からの位置 $x$ を示し、縦軸はインクジェットヘッドの $x$ 方向の速度 $v$ 及びディスクの回転速度 $\theta$ を示す。

【0079】まず、初期状態においては、インクジェットヘッドは、 $x = 10\text{mm}$ の位置にあり、 $\theta$ は1800rpmで回転している。

【0080】次に、インクジェットヘッドが、 $v = 290\text{mm/s}$ で相対移動を開始して、 $x = 20$ の位置に達すると、吐出信号が入力されて塗布液が吐出し、同時に $v$ 、 $\theta$ は、図のごとく $x$ に反比例して、減速しながら、移動、回転を行う。

【0081】そして、 $x = 65$ の位置に達すると吐出停止の信号が入力されて、 $v$ 、 $\theta$ は、速度、角速度が0に減速される。

【0082】以上の条件下で、 $k_2 = 32000$ 、 $36000$ 及び $40000$  ( $\theta$ : rpm,  $x$ : mm) の3つの場合についての実測結果を記す。

【0083】まず、 $k_2 = 32000$ の条件では、回転数が低く塗布ラインの密度が荒いため、縞状の凹凸が少し残る傾向があった。

【0084】次に、 $k_2 = 36000$ の条件下においては、滑らかな膜厚 $6 \sim 8\mu\text{m}$ の薄膜が形成できた。

【0085】一方、 $k_2 = 40000$ の条件下では、回転数が高すぎるため、遠心力が過大に生じ、塗布中にそれ以前に付着した塗布液が流動を起こして外方に流れ、放射状の縞が生じる傾向があった。

【0086】よって、この場合においては、 $k_2 = 36000$ の条件がより好適ではあるが、形成される薄膜の種類によれば、他の条件下で形成されたものであっても使用可能である。

【0087】なお、好適には、被塗布基板全域に均一で厚みの一定した薄膜を形成するためには、(数1)及び

(数2)の双方が満足されることが好ましいが、対象となる薄膜の種類によっては、少なくとも一方の条件が満足されていればよい場合もある。

【0088】以上のように、本実施例においては、(数1)及び(数2)の条件の少なくとも一方、または双方が満足されることにより、すなわち相対速度 $v$ は中心より外方に行くにしたがって減速され、及び/または回転数 $\theta$ も $x$ が大きくなるにしたがって減速されることにより、被塗布基板全域にわたり均一であって厚みも一定した薄膜を形成することができた。

【0089】(実施例2)次に、本発明の第2の実施例について詳細に説明をする。

【0090】実施例1で説明してきたように、塗布により形成したい薄膜の種類や膜厚等に応じて、(数1)や(数2)の条件に従い、 $k_1$ 、 $k_2$ を適宜設定し、所望の薄膜を形成することができるが、形成する薄膜の工程等によっては、さらなる検討が必要な場合がある。

【0091】例えば、約10秒間で塗布を終了し、約3、 $5\mu\text{m}$ の膜厚が形成できるであろう(数1)の $k_1 = 191.2$ の場合では、(数2)の $k_2$ を最大60000まで変化させて実験したが、滑らかな薄膜が得られず、円周状の縞模様が残ってしまう。

【0092】このような現象は、塗布液の吐出液滴の微小化に限界が生じている場合や、回転軸の回転数が低すぎる場合等に生じると考えられる。

【0093】本実施例においては、インクジェットヘッドで塗布しただけでは、薄膜が充分均一にならない場合を考慮して、凹凸を滑らかにレベリングする構成を提供するものである。

【0094】図7は、本発明の第2の実施例におけるスピコート概略構成図である。図7において、ポリカーボネート製の被塗布基板10を回転させながらインクジェットヘッドである塗布液吐出ヘッド70を相対移動させてUV硬化液の塗布液により薄膜を形成するのは実施例1と同様である。

【0095】そして、さらに本実施例では、塗布液吐出ヘッドに隣接して、空気流出ヘッド71が設けられ、塗布液の被塗布基板10への付着直後に、空気流を吹き付けることにより塗布液を流動させて塗布膜を滑らかにする構成を有する。

【0096】具体的には、本実施例において、実施例1と同様のインクジェットヘッド及び塗布液を用い、(数1)において $k_1 = 191.2$ 、(数2)において $k_2 = 60000$ と設定して検討を行った。

【0097】まず、空気流出ヘッド71を用いない場合には、縞模様残り、滑らかな塗布層が得られなかった。

【0098】これに対して、図7のように、空気流出ヘッドを付加したところ、 $3 \sim 4\mu\text{m}$ の均一な薄膜が形成できた。

10

20

30

40

50



【0099】具体的には、空気流吐出ヘッドは、穴径100 $\mu$ mのノズルを24個並べ、約0.15kg/cm<sup>3</sup>の圧力で空気流を流出させたもので、空気の流れ速度は、100~200m/s程度であり、流れのようすは空気の乱れの少ない層流領域の流れと考えられる。

【0100】図8に、空気流によって、塗布膜が均一化される様子を示す。図8において、まず、吐出液が被塗布基板に付着直後は、隣接するライン同士は分離された状態にある領域Aで示された状態にある。

【0101】その後、塗布液は、時間の経過に従い、濡れ広がって領域Bのような状態になるが、このままでは、凹凸が解消せずに乾燥硬化してしまう。

【0102】そして、その乾燥硬化前に、空気流が吹き付けられると、凹凸状態で領域Bの塗布膜がさらに流動して微振動を起こし、結果的に領域Cのように均一な薄膜となる。

【0103】以上のように、本実施例では、塗布液吐出ヘッドに隣接して、空気流出ヘッドを設け、塗布液の被塗布基板への付着直後であって乾燥硬化前に、空気流を吹き付けることにより塗布液を流動、振動させ、均一な塗布膜を形成することができた。

【0104】(実施例3)次に、本発明の第3の実施例について詳細に説明をする。

【0105】本実施例は、実施例2と同様に形成された薄膜の均一性を向上させるためのものであるが、吐出液を帯電させることによって塗膜を均一化したものである。

【0106】具体的には、実施例1と基本的には同様の構成のインクジェットヘッドの空気吐出口92の表面に電極93を設け、この電極93と液体吐出口91内に保持されている吐出液94との間に電源90により電位差を設けて、吐出する液滴95を帯電させる構成を有し、そして被塗布基板10や吐出液94は、実施例1と同様のものを用いた。

【0107】図9は、本実施例のインクジェットヘッドのノズル部分の拡大図である。図9において、液体吐出口91と空気吐出口92は絶縁性の材質で構成され、空気吐出口92の出口側表面に電極93が設けられている。

【0108】そして、電極93と液体吐出口91に保持されている吐出液94間に電位差を印加するよう電源90が接続されている。

【0109】このような構成において、電源90により電位差が印加されると、電極93と吐出液94間の静電容量に従って、吐出液94が帯電をする。

【0110】そして、外方に吐出される液滴95は、帯電して飛翔し、被塗布基板10に到着し付着する。

【0111】このように帯電した液滴95は、例えばポリカーボネイトのような絶縁物の基板に付着した場合には、帯電した状態を保つ。

【0112】そして、先に被塗布基板10に付着した液滴95の付着部分と、次に被塗布基板10に到着する液滴95は、同符号に電荷を帯びているため互いに反発し合い、結果として被塗布基板10上を、付着された液体がより広がる方向に作用が生じることになる。

【0113】具体的には、本実施例において、ポリカーボネイト製の光ディスクとUV硬化液を用い、(数1)において $k_1=191$ 、2、(数2)において $k_2=60000$ として、電極93と吐出液94間に約600Vの電位差を設けて10秒間で塗布を終了した。

【0114】そして、液体を帯電させなかった場合には縞模様残り、滑らかな薄膜が形成されなかったが、電極93と吐出液94間に電位差を設けて吐出液を帯電させた場合には、3~4 $\mu$ mの滑らかな薄膜を形成することができた。

【0115】以上のように、本実施例では、空気吐出口の周囲に設けられた電極と吐出液の間に電位差を設けて吐出液を帯電させることにより、均一な塗布膜を形成することができた。

【0116】なお、本実施例の吐出液を帯電する構成に加え、さらに実施例2で説明をした空気流出ヘッドを設け、塗布液の被塗布基板への付着直後であって乾燥硬化前に、空気流を吹き付ける構成をも組み合わせることにより、より均一な塗布膜をいっそう確実に形成することができるとはもとろんである。

【0117】また、上記全ての実施例において、被塗布基板や塗布液の種類は例示したものに限定されるものではなく、シリコン基板へのレジスト塗布や、ガラス基板やセラミック基板、金属基板等への電氣的あるいは光学的機能を持った機能性薄膜の形成にも適用可能なものである。

【0118】

【発明の効果】以上の構成により、本発明においては、きわめて簡便な構成により、塗布液を無駄にすることなく、かつ外周部分の膜厚が厚くなることもなく、被塗布基板全面に均一な薄膜が形成形成可能な薄膜形成装置を提供できるものである。

【0119】また、目的に応じて条件を種々変化させ、所定の膜厚の薄膜を自由に形成することが可能となる自由度の高い薄膜形成装置を提供する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例における薄膜形成装置の構成図

【図2】同薄膜形成装置のインクジェットヘッドの断面図

【図3】同薄膜形成装置のインクジェットヘッドのノズルの断面図

【図4】同薄膜形成装置のインクジェットヘッドの圧力調整機構の構成図

【図5】同薄膜形成装置の全体構成図

13

【図6】同薄膜形成装置の動作図

【図7】本発明の第2の実施例における薄膜形成装置の構成図

【図8】同薄膜形成装置の説明図

【図9】本発明の第3の実施例における薄膜形成装置の説明図

【図10】従来の薄膜形成装置の説明図

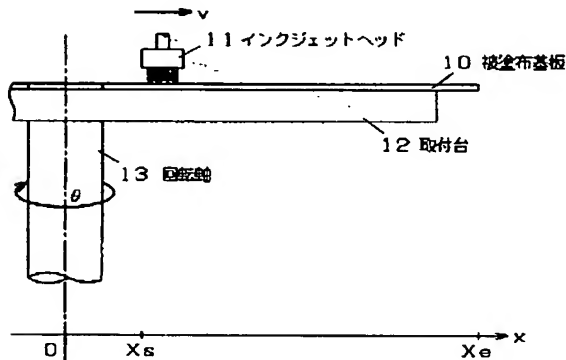
【符号の説明】

- 10 被塗布基板
- 11 インクジェットヘッド
- 12 取付台
- 13 回転軸
- 21 空気供給源
- 22 液溜
- 23 圧力調整機構
- 24 液体流入口
- 25 空気流入口

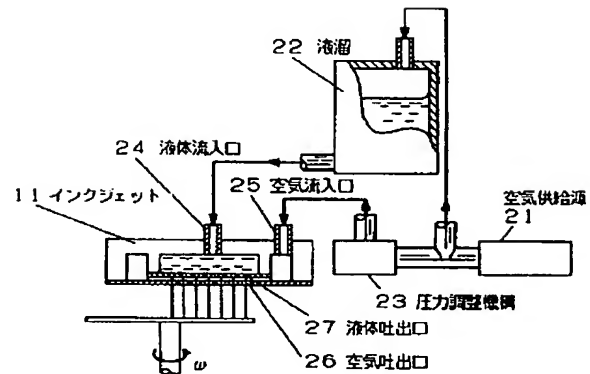
14

- 26 空気吐出口
- 27 液体吐出口
- 41 電磁弁
- 42 流路抵抗体
- 50 モータ
- 51 モータ
- 52 モータドライバ
- 53 パソコン
- 54 移動台
- 10 70 塗布液吐出ヘッド
- 71 空気流出ヘッド
- 90 電源
- 91 液体吐出口
- 92 空気吐出口
- 93 電極
- 94 吐出液
- 95 液滴

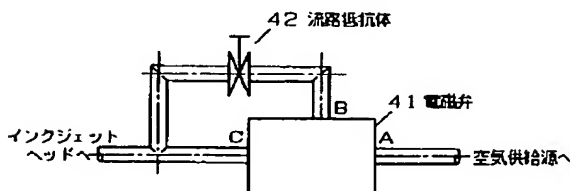
【図1】



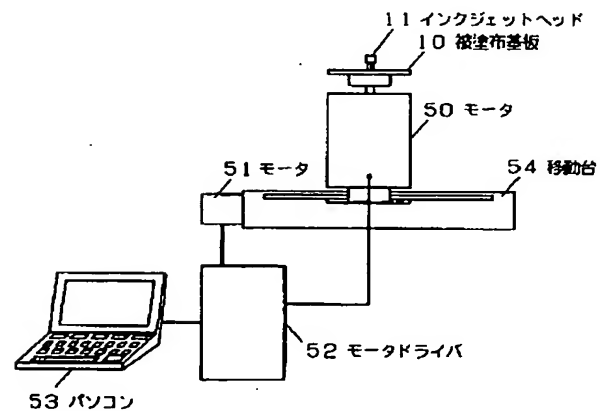
【図2】



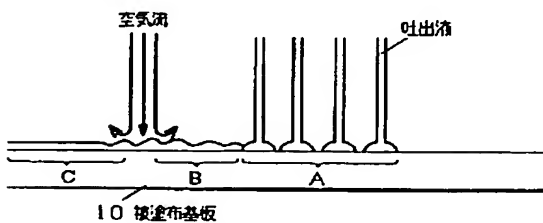
【図4】



【図5】

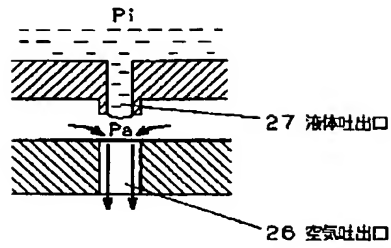


【図8】

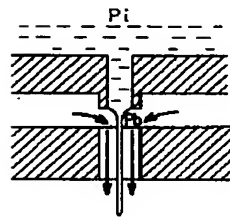


【図3】

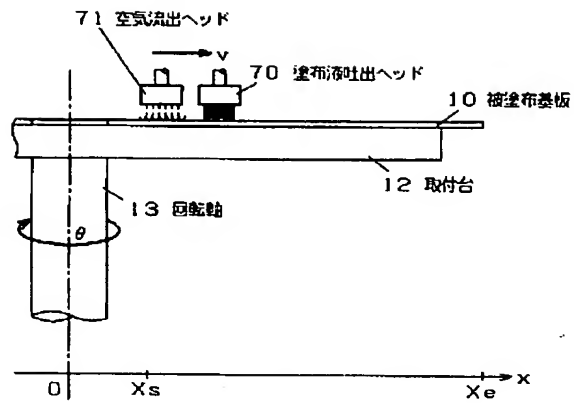
(a)



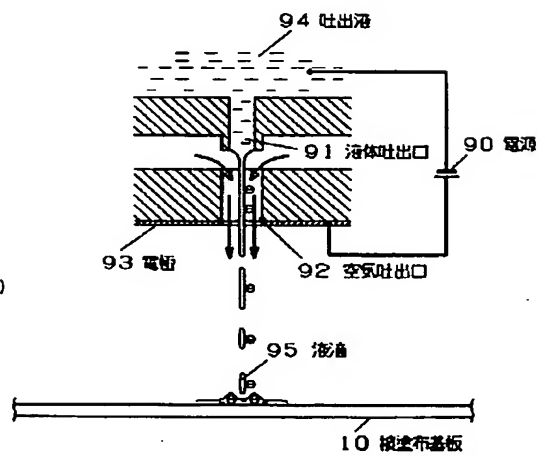
(b)



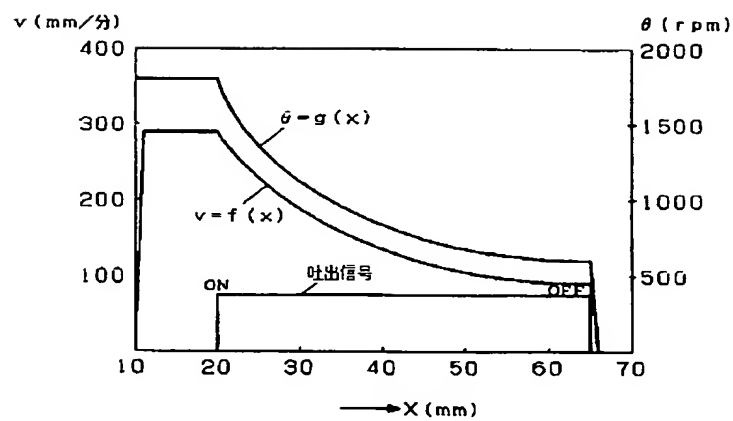
【図7】



【図9】

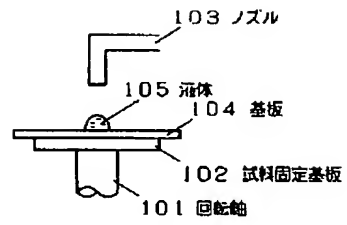


【図6】

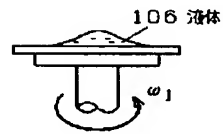


【図10】

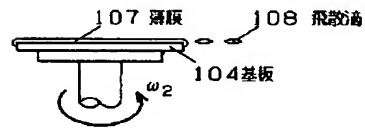
(a)



(b)



(c)



CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] A thin film deposition system characterized by providing the following  
An ink jet arm head which has two or more detailed nozzles which carry out the regurgitation of the liquid A revolution means to rotate a coated substrate which adheres to a liquid breathed out from said ink jet around the predetermined axis of rotation alienation which estranged said ink jet arm head and said coated substrate from the near field of said axis of rotation over said coated substrate, and said axis of rotation -- a relative-displacement means which carries out relative displacement between fields a relative position of said ink jet arm head and said coated substrate -- said alienation from said near field -- a relative-displacement control means which controls said relative-displacement means so that it corresponds for being displaced relatively toward a field and speed of relative displacement by said relative-displacement means becomes small

[Claim 2] A thin film deposition system characterized by providing the following  
An ink jet arm head which has two or more detailed nozzles which carry out the regurgitation of the liquid A revolution means to rotate a coated substrate which adheres to a liquid breathed out from said ink jet around the predetermined

axis of rotation alienation which estranged said ink jet arm head and said coated substrate from the near field of said axis of rotation over said coated substrate, and said axis of rotation -- a relative-displacement means which carries out relative displacement between fields a relative position of said ink jet arm head and said coated substrate -- said alienation from said near field -- a relative-displacement control means which controls said relative-displacement means so that it corresponds for being displaced relatively toward a field and angular velocity of a revolution by said revolution means becomes small

[Claim 3] A thin film deposition system characterized by providing the following  
An ink jet arm head which has two or more detailed nozzles which carry out the regurgitation of the liquid A revolution means to rotate a coated substrate which adheres to a liquid breathed out from said ink jet around the predetermined axis of rotation alienation which estranged said ink jet arm head and said coated substrate from the near field of said axis of rotation over said coated substrate, and said axis of rotation -- a relative-displacement means which carries out relative displacement between fields a relative position of said ink jet arm head and said coated substrate -- said alienation from said near field -- speed of relative displacement correspond for being displaced relatively toward a

field and according to said relative-displacement means -- small -- becoming -- and a relative position of said ink jet arm head and said coated substrate -- said alienation from said near field -- a relative-displacement control means which controls said relative-displacement means so that it corresponds for being displaced relatively toward a field and angular velocity of a revolution by said revolution means becomes small

[Claim 4] a relative-displacement control means -- a relative position of an ink jet arm head and a coated substrate -- alienation from the near field -- a thin film deposition system according to claim 1 or 3 which slows down speed of relative displacement in inverse proportion to a travel displaced relatively toward a field.

[Claim 5] a relative-displacement control means -- a relative position of an ink jet arm head and a coated substrate -- alienation from the near field -- a thin film deposition system according to claim 2 or 3 which slows down a rotational angular velocity in inverse proportion to a travel displaced relatively toward a field.

[Claim 6] Furthermore, a thin film deposition system given in either of claims 1-5 which flow airstream into said coated substrate immediately after having adjoined an ink jet arm head, having prepared an air runoff arm head into which airstream is made to flow

toward a coated substrate, and breathing out a liquid to said coated substrate.

[Claim 7] Furthermore, a thin film deposition system given in either of claims 1-6 which have an electrification means to electrify a liquid breathed out from an ink jet arm head.

[Claim 8] A thin film deposition system given in either of claims 1-7 to which an ink jet arm head carries out the regurgitation of the liquid by countering with a liquid delivery, preparing an air delivery, making airstream flow out from said air delivery, and changing a balance condition of fluid pressure in said liquid delivery, and air pressure near [ which is produced by said airstream ] the liquid delivery.

[Claim 9] Furthermore, a thin film deposition system according to claim 8 with which a liquid which has a potential difference impression means to impress the potential difference between an electrode member prepared in the perimeter of an air delivery, and said electrode member and liquid in a liquid delivery, and was breathed out from an ink jet arm head is charged.

[Claim 10] A thin film deposition system given in either of claims 1-9 whose liquids which carry out the regurgitation from an ink jet arm head are UV hardening resin solutions.

[Claim 11] A thin film deposition system given in either of claims 1-10 whose coated substrates are the products made

from a polycarbonate.

[Claim 12] A thin film deposition system given in either of claims 1-11 whose relative-displacement control means are the personal computers with which a control program was incorporated.

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] Especially this invention relates to the equipment which is made to dry and harden the liquefied matter which breathed out the liquefied matter from the minute nozzle, was made to adhere to a substrate about a thin film deposition system, and adhered, and forms a thin film (it generally has thickness 10 micrometers or less by 100 micrometers or less in a wide sense.).

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, thin film coating technology is applied in various fields, and spin spreading, printing, a die coat, etc. are variously examined also about the concrete formation method in addition to a spatter or what has required vacuum devices like vacuum evaporation.

[0003] In this, it is often used for resist spreading in a semiconductor process, protective coat formation, etc. especially about the spin spreading method.

[0004] Hereafter, the conventional spin coater (it is hereafter described as a spin

coater.) is explained.

[0005] Drawing 10 shows the conventional configuration and conventional operating state of a general spin coater. As for a liquid and 107, in drawing 10, the nozzle to which 101 carries out the regurgitation of the axis of rotation of a spin coater main part and the liquid for [ 102 ] spreading in a sample fixed substrate and 103, the substrate for thin film formation in 104, and 105 and 106 are [ a thin film and 108 ] scattering drops.

[0006] In such a configuration, it changes into the condition of having carried the liquid 105 discharge and in the shape of a substrate toward the substrate 104 from the nozzle 103, as [ show / first / by drawing 10 (a) ].

[0007] Next, as shown in drawing 10 (b), a spin coater is rotated at a low speed  $\omega_1$ , and a liquid 106 is familiarized with a substrate 104.

[0008] And it is made to rotate at a high speed  $\omega_2$  further, and a thin film 107 is made to form on a substrate 104, as shown in drawing 10 (c).

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with the above-mentioned conventional configuration, the scattering drop 108 which disperses and becomes useless will arise, and 80 - 90% of a liquid will be thrown away as shown in drawing 10 (c).

[0010] This is because a holiday portion

will arise into the bad portion of concordance with a substrate 104 if a liquid 105 is not made to breathe out so much.

[0011] Thus, in the conventional spin coater, it had the technical problem that the utilization ratio of a liquid was bad and made useless a great portion of spreading liquid.

[0012] Moreover, since liquid flows in the direction of a periphery from the inside in forming a film by the spin coater, inevitably, the thickness of a periphery portion will become thick and will cause curvature of the disk itself.

[0013] This invention solves the technical problem of the above-mentioned conventional technology, introduces a new liquid discharge head, and aims at offering a thin film deposition system with the high utilization effectiveness of spreading liquid.

[0014]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, a thin film deposition system of this invention An ink jet arm head which has two or more detailed nozzles which carry out the regurgitation of the liquid, A revolution means to rotate a coated substrate which adheres to a liquid breathed out from said ink jet around the predetermined axis of rotation, alienation which estranged said ink jet arm head and said coated substrate from the near field of said axis of rotation over said

coated substrate, and said axis of rotation -- with a relative-displacement means which carries out relative displacement between fields a relative position of said ink jet arm head and said coated substrate -- said alienation from said near field -- it has the main configuration with a relative-displacement control means which controls said relative-displacement means so that it corresponds for being displaced relatively toward a field and speed of relative displacement by said relative-displacement means becomes small.

[0015] You may be what controls said relative-displacement means so that it corresponds for being displaced relatively toward a field and angular velocity of a revolution by said revolution means becomes small. or this relative-displacement control means -- a relative position of an ink jet arm head and a coated substrate -- said alienation from said near field -- Correspond for being displaced relatively toward a field and speed of relative displacement by said relative-displacement means becomes small. a relative position of said ink jet arm head and said coated substrate -- said alienation from said near field -- and a relative position of said ink jet arm head and said coated substrate -- said alienation from said near field -- said relative-displacement means may be controlled so that it



corresponds for being displaced relatively toward a field and angular velocity of a revolution by said revolution means becomes small.

[0016] and these cases -- a relative position of an ink jet arm head and a coated substrate -- alienation from the near field -- it is suitable to slow down speed of relative displacement in inverse proportion to a travel displaced relatively toward a field, or to slow down a rotational angular velocity.

[0017] Furthermore, you may have a configuration which flows airstream into said coated substrate immediately after having adjoined an ink jet arm head, having prepared an air runoff arm head into which airstream is made to flow toward a coated substrate, and breathing out a liquid to said coated substrate.

[0018] Furthermore, you may have an electrification means to electrify a liquid breathed out from an ink jet arm head.

[0019] An ink jet arm head counters with a liquid delivery, prepare an air delivery, and airstream is made to flow out from said air delivery. Moreover, fluid pressure in said liquid delivery, An electrode member desirable [ it / the configuration which carries out the regurgitation of the liquid by changing a balance condition with air pressure near / which is produced by said airstream / the liquid delivery ] and prepared in the perimeter of an air delivery further in this case, It has a potential difference impression

means to impress the potential difference between said electrode members and liquids in a liquid delivery, and a liquid breathed out from an ink jet arm head may be charged.

[0020] And UV hardening resin solution is usable, into a liquid which carries out the regurgitation from an ink jet arm head, a coated substrate has an usable thing made from a polycarbonate, and its personal computer with which a control program was incorporated is usable into it as a relative-displacement control means.

[0021]

[Function] while rotating a coated substrate and an ink jet arm head relatively in this invention, controlling angular velocity and passing speed -- the field by the side of the axis of rotation -- and -- a long distance -- it is displaced relatively between near fields and discharge and the spreading film of a homogeneous good condition are formed for a liquid on a coated substrate from two or more minute nozzles of an ink jet arm head to a coated substrate.

[0022] Furthermore, when an air runoff arm head is prepared, airstream flows into a coated substrate immediately after breathing out a liquid to a coated substrate.

[0023] Furthermore, when an electrification means to electrify the liquid breathed out from an ink jet arm head is established, the adhesion portion

of a drop which adhered to the coated substrate previously, and the drop which reaches a coated substrate next repel each other, and the liquid to which it adhered on the coated substrate as a result moves in the direction which spreads more.

[0024]

[Example] Hereafter, each example of this invention is explained to details, referring to a drawing.

[0025] (Example 1) Drawing 1 is the outline block diagram of the spin coater in the 1st example of this invention.

[0026] In drawing 1, 10 is a disc-like coated substrate and, as for an ink jet arm head and 12, 11 is [ a mount and 13 ] the axes of rotation.

[0027] Here, an ink jet arm head makes a liquid breathe out from a detailed nozzle (for it to be usually a diameter of a nozzle 0.1mm or less.), and means the thing which the discharge condition of a liquid is controlled [ thing ] by the electrical signal, and makes a liquid adhere to the recorded body with it.

[0028] The ink jet arm head in this example has such two or more minute nozzles, and, specifically, 48 nozzles are arranged by radial [ of the coated substrate 10 ] at intervals of ten [ /mm ].

[0029] While the regurgitation nozzle currently conventionally used for the spin coater becomes as [ draw / so that explanation may be given below by using the thing with a bore of 0.5-1mm, and

using the ink jet arm head defined as mentioned above like this example although control of minute discharge quantity is difficult / a detailed pattern ], a uniform and very thin film can be formed.

[0030] Rotating the coated substrate 10 with angular velocity  $\theta$  first, as shown in drawing 1, relative displacement of the ink jet arm head 11 is carried out to radial [ of a coated substrate ] at speed  $v$ , spreading liquid is made to breathe out and spreading liquid is made to adhere on the coated substrate 10 from a nozzle in this example.

[0031] Then, when the coated substrate 10 rotates one time, by the ink jet arm head 11, 48 applied lines will be generated at intervals of 100 micrometers, and stripes with a width of face of 4.8mm will be drawn as a result.

[0032] Furthermore, in this case, if selection of the width of face of each line is appropriate, adjoining lines will be connected and the thin film of predetermined thickness will be formed.

[0033] Therefore, if the movement magnitude by the relative-displacement speed  $v$  of the ink jet arm head 11 while such suitable conditions are found out and the coated substrate 10 rotates one time is set as 4.8mm, a thin film can be formed by the so-called spiral picture drawn without lifting the brush from the paper.

[0034] Furthermore, it is not such a

picture drawn without lifting the brush from the paper, and a thin film can be formed as for overwrite several times. [0035] That is, if formation of a thin film is possible and the ink jet arm head 11 is carried out in this way by setting out with the relative displacement speed  $v$  of the ink jet arm head 11, and the angular velocity  $\theta$  of the coated substrate 10 even if it carries out the coated substrate 10 in revolution [ what ] and it carries out overwrite specified quantity, for example, while carrying out 4.8mm relative displacement, a dense line finer [ ten / / ] than mm will be drawn, and it is suitable for forming a thinner thin film certainly.

[0036] If radial distance is more specifically set to  $x$  by making the center of a revolution of the coated substrate 10 into Zero O in drawing 1, the coated substrate 10 rotates with angular velocity  $\theta$ , and moving to radial [ of a coated substrate ] ( $x$  directions) at speed  $v$ , the ink jet arm head 11 will start the regurgitation in a location  $x_s$ , will stop the regurgitation in the periphery location  $x_e$  of the coated substrate 10, and will complete thin film formation.

[0037] Here, in order to form a thin film with equal thickness over the whole region of the coated substrate 10, when the discharge quantity from an ink jet arm head is constant value  $Q$ , it needs to satisfy following (several 1).

[0038]

[Equation 1]

$$v = k_1 / x$$

(但し、 $k_1$  は定数)

[0039] Moreover, in order to draw a line by the same resolution over the whole region of the coated substrate 10, it is necessary to satisfy following (several 2).

[0040]

[Equation 2]

$$\theta = k_2 / x$$

(但し、 $k_2$  は定数)

[0041] That is, in a disc-like substrate, since  $v$  needs to be slowed down as it goes to the method of outside [ center ] since spreading area increases in the method of outside [ center ], and peripheral speed turns into a high speed depending on the method of outside [ center ] for a rotational frequency to be fixed, in order for the peripheral speed in the record location of an ink jet arm head to be fixed,  $x$  needs to be slowed down for it as a rotational frequency also becomes large.

[0042] for example, since peripheral speed is slow, even if the density of a spreading line is the same in  $v$  and  $\theta$  being in the condition of constant value at a part for a center section, it is thick at a part for a center section, the line for a center section becomes thick, a thin film will arise in a periphery portion and the line of a periphery portion does not lap depending on the case, but while it has

been a line, it may remain

[0043] Moreover, although it becomes fixed [ coverage ] throughout a coated substrate when  $\theta$  is constant value where (several 1) is satisfied Since spreading is made by the line thin in the periphery section, and high-density by spreading being made by the line with which the amount of center section is late, its peripheral speed is thick, and density is low, the periphery section may have the bad lap of a line in the center section, although a spreading line laps well and a uniform film is formed, and coating unevenness may arise.

[0044] Like these examples, it is uniform throughout a coated substrate, and in order to form the thin film fixed [ thickness's ] (several 1) (several 2), it is desirable to satisfy at least one side and to satisfy these both sides more suitably.

[0045] Next, drawing 2 is the mimetic diagram showing the typical configuration of the ink jet in this example.

[0046] drawing 2 -- setting -- 11 -- an ink jet arm head and 21 -- for a pressure-regulator style and 24, as for air input and 26, liquid input and 25 are [ the source of air supply, and 22 / a liquid pool and 23 / an air delivery and 27 ] liquid deliveries.

[0047] Here, the liquid delivery 27 and the air delivery 26 are formed in the shape of a concentric circle on the ink jet arm head 11.

[0048] And to the ink jet arm head 11, through the pressure-regulator style 23, airstream is flowing and the airstream of the rate of flow more fixed than the air delivery 26 is flowing out of the source 21 of air supply from the air input 25.

[0049] On the other hand, from the liquid pool 22, spreading liquid is supplied through the liquid input 24. Moreover, it connects also with the liquid pool 22, a pressure is impressed to the liquid in the ink jet arm head 11, the source 21 of air supply balances with the air pressure in about 27 liquid delivery produced by airstream, and spreading liquid is held in the liquid delivery 27.

[0050] Next, drawing 3 is the enlarged view of the nozzle portion of drawing 2 . As drawing 3 (a) shows, it is arranged on the concentric circle, the airstream of the fixed rate of flow is flowing out of the air delivery 26, and the pressure  $P_a$  generated by this airstream has produced the air delivery 26 and the liquid delivery 27 in the outlet of the liquid delivery 27 with runoff of that airstream.

[0051] On the other hand, since air pressure is impressed to the liquid pool 22, a pressure  $P_i$  arises into the liquid in the liquid delivery 27. And spreading liquid will be held by  $P_a$  and  $P_i$  being almost equal and maintaining balance in the liquid delivery 27.

[0052] On the other hand, if the airstream sent to the ink jet arm head 20 by the pressure-regulator style 23

decreases as shown in drawing 3 (b), the pressure produced to the outlet of the liquid delivery 27 serves as  $P_b$  smaller than  $P_a$ , and spreading liquid will carry out the regurgitation by the pressure differential ( $P_i - P_b$ ).

[0053] Next, drawing 4 shows the example of a typical configuration of the pressure-regulator style 23. In drawing 4, the airstream from the source of air supply flows into the entrance A of a solenoid valve 41, is depended solenoid valve 41, and flows out via tap holes B and C.

[0054] Here, a solenoid valve 41 changes a tap hole to B or C with an electrical signal.

[0055] When Input A is open for free passage with the tap hole C, it is in the condition of drawing 3 (a), and the pressure  $P_i$  of a liquid pool and the pressure  $P_a$  by airstream become almost equal.

[0056] And if a regurgitation signal is inputted into a solenoid valve 41, passage will be changed from C to B.

[0057] As shown in drawing 4, the passage resistor 52 is connected, pressure loss arises by passing this, the pressure by the airstream in an ink jet arm head will fall to  $P_b$  from  $P_a$ , will be in the condition of drawing 3 (b), and spreading liquid will be breathed out by the tap hole B.

[0058] Now, the example which carried out discharge spreading of the spreading

liquid on the coated substrate actually is explained using the ink jet arm head of the above configurations.

[0059] In this example, UV sclerosing solution was used for the coated substrate using the phase-change optical disk made from a polycarbonate that spreading liquid should be made the protective coat of a metal vacuum evaporation side.

[0060] Moreover, the disk diameter was set to 130mm and the spreading range of UV sclerosing solution was used as the portion with a radius of about 20mm or more.

[0061] That is, it is set to  $x_s = 20\text{mm}$  and  $x_e = 65\text{mm}$  in drawing 1. Moreover, UV sclerosing solution was a resin solution hardened and solidified by irradiating ultraviolet rays, and, specifically, the physical-properties value was viscosity 23cp, specific gravity 1.07, surface tension 29 dyne/cm, and 9.8% of hardening contraction using the acrylic ester constituent.

[0062] Under such conditions, volume required although the protective coat of 5-micrometer thickness is formed estimated it as about 70mg.

[0063] Therefore, since the liquid discharge quantity of an ink jet arm head is a part for about 300mg/, if it is made for spreading to be completed in about 20 seconds, an about 7-micrometer protective coat will be formed.

[0064] In this case, (several 1) is

expressed as shown in following (several 3).

[0065]

[Equation 3]

$$v = 95.6 / x$$

(但し、 $v$  : mm / s、 $x$  [0073] mm)

[0066] On the other hand, since it was related to the size and the count of two coats (or line density) of a line about (several 2) at the time of spreading, examination about three cases of  $k_2=32000$ , and  $36000$  and  $40000$  (theta:rpm,  $x$ :mm) was performed.

[0067] Using the personal computer, specifically, it controlled so that the speed  $v$  and angular velocity  $\theta$  of the direction of a  $x$  axis filled respectively (several 2) (several 3) with software.

[0068] In order to control  $v$  according to (several 3), if you express  $v$  with the function of time amount, specifically, it is convenient.

[0069] That is, since it is  $v=dx/dt$  (several 3), it is changed into the following relational expression of (several 4).

[0070]

[Equation 4]

$$x \cdot dx / dt = 95.6$$

[0071] And when the differential equation shown by (several 4) is solved and  $x=20$ mm conditions are put in by  $t=0$ , since  $x$  is expressed with following

(several 5),  $v$  will be expressed with following (several 6).

[0072]

[Equation 5]

$$x = (191.2t + 400)^{1/2}$$

[Equation 6]

$$v = 95.6 (191.2t + 400)^{-1/2}$$

[0074] Therefore,  $v$  will be controlled by the personal computer and actual spreading will be performed so that (several 6) may be filled.

[0075] Drawing 5 is the block diagram of the coater which used the personal computer in this example. In drawing 5, the same sign is given to the same configuration as drawing 1, and, for further 51, as for Motor Driver and 53, a motor and 52 are [ a personal computer and 54 ] movable carriages.

[0076] Here, the coated substrate 10 is driven and rotated by the motor 50, and the relative displacement of the ink jet arm head 11 and the coated substrate 10 is made by the motor 51.

[0077] Moreover, although control of motors 50 and 51 is made by Motor Driver 52, Motor Driver 52 is connected to the personal computer 53, and actuation is controlled by software installed in the personal computer.

[0078] And the example which controlled  $v$ ,  $\theta$ , and a regurgitation signal to drawing 6 is shown. In drawing 6, a

horizontal axis shows the location  $x$  from the radial center of an optical disk, and an axis of ordinate shows the speed  $v$  of the  $x$  directions of an ink jet arm head, and the rotational speed  $\theta$  of a disk.  
 [0079] First, in an initial state, an ink jet arm head is in the location of  $x = 10\text{mm}$ , and  $\theta$  is rotating by 1800rpm.

[0080] Next, if an ink jet arm head starts relative displacement in  $s$  in  $v = 290\text{mm/s}$  and arrives at the location of  $x = 20$ , spreading liquid will perform migration and a revolution to discharge and coincidence by inputting a regurgitation signal, slowing down  $v$  and  $\theta$  in inverse proportion to  $x$ , as shown in drawing.

[0081] And if the location of  $x = 65$  is arrived at, the signal of a regurgitation halt will be inputted and, as for  $v$  and  $\theta$ , speed and angular velocity will be slowed down by 0.

[0082] Under the above conditions, the location survey result about three cases of  $k_2 = 32000$ , and 36000 and 40000 ( $\theta$ :rpm,  $x$ :mm) is described.

[0083] First, on condition that  $k_2 = 32000$ , since a rotational frequency was low and the density of a \*\*\*\*\* line was rude, there was an inclination for stripes-like irregularity to remain for a while.

[0084] Next, the thin film of 6-8 micrometers of smooth thickness has been formed in the bottom of the condition of  $k_2 = 36000$ .

[0085] On the other hand, the centrifugal

force arose excessively, since the rotational frequency was too high, the spreading liquid which adhered before it during spreading caused floating, and flowed to the method of outside, and there was an inclination which the stripes of a radial produce under the conditions of  $k_2 = 40000$ .

[0086] Therefore, in this case, although the conditions of  $k_2 = 36000$  are more suitable, even if formed under other conditions, according to the class of thin film formed, it is usable.

[0087] In addition, although it is uniform throughout a coated substrate, and it is desirable suitably that both sides are satisfied in order to form the thin film fixed [ thickness's ] and (several 1) (several 2), one [ at least ] conditions are just satisfied depending on the class of target thin film.

[0088] And (several 1) (several 2) sets to this example. On the other hand, conditions at least as mentioned above, or by satisfying both sides Namely, it slowed down as it went to the method of outside [ center ], and/or as for relative velocity  $v$ , the rotational frequency  $\theta$  was able to form the thin film which  $x$  is rear-spring-supporter homogeneity throughout a coated substrate by slowing down as it becomes large, and thickness's fixed.

[0089] (Example 2) Next, the 2nd example of this invention is explained to details.

[0090] Although  $k_1$  and  $k_2$  can be set up suitably and a desired thin film can be formed according to the conditions according to a class, thickness, etc. of a thin film to form by spreading (several 1) as the example 1 has explained, the further examination may be required by the process of the thin film to form etc. (several 2).

[0091] For example, although spreading was ended in about 10 seconds and experimented by changing  $k_2$  of (several 2) to a maximum of 60000 in the case where it is about 3 and  $k_1=191.2$  which 5-micrometer thickness could form (several 1), a smooth thin film will not be obtained but a periphery-like striped pattern will remain.

[0092] It is thought that such a phenomenon is produced when the limit is generated in micrifying of the regurgitation drop of spreading liquid, or when the rotational frequency of the axis of rotation is too low.

[0093] In this example, the configuration which levels irregularity smoothly is offered in consideration of the case where a thin film does not become homogeneity enough only by applying with an ink jet arm head.

[0094] Drawing 7 is the outline block diagram of the spin coater in the 2nd example of this invention. In drawing 7, it is the same as that of an example 1 to carry out relative displacement of the spreading liquid discharge head 70 which

is an ink jet arm head, and to form a thin film with the spreading liquid of UV sclerosing solution, rotating the coated substrate 10 made from a polycarbonate.

[0095] And further, by this example, a spreading liquid discharge head is adjoined and the air runoff arm head 71 is formed, and by spraying airstream immediately after adhering to the coated substrate 10 of spreading liquid, spreading liquid is made to flow, a spreading film is smoothed, and it has \*\*\*\*\*.

[0096] Specifically, this example was examined using the same ink jet arm head as an example 1, and spreading liquid by setting up with  $k_2=60000$  in  $k_1=191.2$  and (several 2) in (several 1).

[0097] First, when the air runoff arm head 71 was not used, the striped pattern remained and a smooth spreading layer was not obtained.

[0098] On the other hand, like drawing 7, when air runoff HEDDO \*\* was added, the 3-4-micrometer uniform thin film has been formed.

[0099] An airstream discharge head puts 24 nozzles with a bore diameter of 100 micrometers in order, and, specifically, is about 0.15 kg/cm<sup>3</sup>. Airstream was made to flow out by the pressure, the exit velocity of air is a 100 · 200 m/s degree, and the situation of a flow is considered to be the flow of a laminar-flow field [ air ] with little turbulence.

[0100] Signs that a spreading film is



equalized by airstream at drawing 8 are shown. In drawing 8, the lines adjoined immediately after regurgitation liquid adheres to a coated substrate are in the condition by which it was shown in the separated condition \*\*\*\*\* field A first.

[0101] Then, although spreading liquid is damp, spreads according to the passage of time and it will be in a condition like Field B, the way things stand, it will carry out desiccation hardening, without solving irregularity.

[0102] And if airstream is sprayed before the desiccation hardening, in the state of irregularity, the spreading film of Field B will flow further and will turn into a uniform thin film like Field C in a fine oscillation at a target as a result of a lifting.

[0103] As mentioned above, in this example, the spreading liquid discharge head was adjoined, the air runoff arm head was prepared, it is immediately after adhering to the coated substrate of spreading liquid, and by spraying airstream before desiccation hardening, it flowed, spreading liquid was vibrated and the uniform spreading film was able to be formed.

[0104] (Example 3) Next, the 3rd example of this invention is explained to details.

[0105] Although this example is for raising the homogeneity of the thin film formed like the example 2, it equalizes a paint film by electrifying regurgitation liquid.

[0106] Specifically an electrode 93 is formed in the front face of the air delivery 92 of the ink jet arm head of the same configuration as fundamentally as an example 1, and the potential difference is established according to a power supply 90 between this electrode 93 and the regurgitation liquid 94 currently held in the liquid delivery 91, and it has the configuration which electrifies the drop 95 which carries out the regurgitation, and the same thing as an example 1 was used for the coated substrate 10 or regurgitation liquid 94.

[0107] Drawing 9 is the enlarged view of the nozzle portion of the ink jet arm head of this example. In drawing 9, the liquid delivery 91 and the air delivery 92 consist of insulating construction material, and the electrode 93 is formed in the outlet side front face of the air delivery 92.

[0108] And the power supply 90 is connected so that the potential difference may be impressed between an electrode 93 and the regurgitation liquid 94 currently held in the liquid delivery 91.

[0109] In such a configuration, if the potential difference is impressed according to a power supply 90, regurgitation liquid 94 will be charged according to the electrostatic capacity between an electrode 93 and regurgitation liquid 94.

[0110] And the drop 95 breathed out by the method of outside charges and flies, and arrives and adheres to the coated

substrate 10.

[0111] Thus, the electrified drop 95 maintains the condition of having been charged, when it adheres to the substrate of an insulating material like a polycarbonate.

[0112] And since the adhesion portion of a drop 95 which adhered to the coated substrate 10 previously, and the drop 95 which arrives next at the coated substrate 10 wear the charge on the same sign, it will be repelled mutually, and an operation will produce the coated substrate 10 top as a result in the direction in which the liquid to which it adhered spreads more.

[0113] In this example, using the optical disk and UV sclerosing solution made from a polycarbonate, in (several 1), the potential difference of about 600 V was established between an electrode 93 and regurgitation liquid 94 as  $k_2=60000$  in  $k_1=191.2$  and (several 2), and, specifically, spreading was ended in 10 seconds.

[0114] And when not electrifying a liquid, the striped pattern remained, a smooth thin film was not formed, but when establishing the potential difference between an electrode 93 and regurgitation liquid 94 and electrifying regurgitation liquid, the 3-4-micrometer smooth thin film was able to be formed.

[0115] As mentioned above, in this example, the uniform spreading film was able to be formed by establishing the potential difference between the electrode

prepared in the perimeter of an air delivery, and regurgitation liquid, and electrifying regurgitation liquid.

[0116] in addition, the thing for which a more uniform spreading film can be formed much more certainly by preparing the air runoff arm head which explained in the example 2 further in addition to the configuration charged in the regurgitation liquid of this example, and combining the configuration which is immediately after adhering to the coated substrate of spreading liquid, and sprays airstream before desiccation hardening -- a basis -- it is \*\*\*\*.

[0117] Moreover, in the example of all above, the class of a coated substrate or spreading liquid is not limited to what was illustrated, and is a thing electric or applicable also to formation of a functional thin film with an optical function to resist spreading to a silicon substrate, a glass substrate, a ceramic substrate, a metal substrate, etc.

[0118]

[Effect of the Invention] By the above configuration, the thin film deposition system all over a coated substrate which a uniform thin film can formation form can be offered in this invention, without the thickness of a periphery portion becoming thick, without making spreading liquid useless by the very simple configuration.

[0119] Moreover, various conditions are changed according to the object and a

thin film deposition system with the high flexibility which becomes possible [ forming the thin film of predetermined thickness freely ] is offered.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The block diagram of the thin film deposition system in the 1st example of this invention

[Drawing 2] The cross section of the ink jet arm head of this thin film deposition system

[Drawing 3] The cross section of the nozzle of the ink jet arm head of this thin film deposition system

[Drawing 4] The block diagram of the pressure-regulator style of the ink jet arm head of this thin film deposition system

[Drawing 5] This whole thin film deposition system block diagram

[Drawing 6] Drawing of this thin film deposition system of operation

[Drawing 7] The block diagram of the thin film deposition system in the 2nd example of this invention

[Drawing 8] Explanatory drawing of this thin film deposition system

[Drawing 9] Explanatory drawing of the thin film deposition system in the 3rd example of this invention

[Drawing 10] Explanatory drawing of the conventional thin film deposition system

[Description of Notations]

10 Coated Substrate  
 11 Ink Jet Arm Head  
 12 Mount  
 13 Axis of Rotation  
 21 Source of Air Supply  
 22 Liquid Pool  
 23 Pressure-Regulator Style  
 24 Liquid Input  
 25 Air Input  
 26 Air Delivery  
 27 Liquid Delivery  
 41 Solenoid Valve  
 42 Channel Resistor  
 50 Motor  
 51 Motor  
 52 Motor Driver  
 53 Personal Computer  
 54 Movable Carriage  
 70 Spreading Liquid Discharge Head  
 71 Air Runoff Arm Head  
 90 Power Supply  
 91 Liquid Delivery  
 92 Air Delivery  
 93 Electrode  
 94 Regurgitation Liquid  
 95 Drop